

© Коллектив авторов, 2015
УДК:613.7:611.018.26:613.25:599.323.4

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ МЕЗЕНТЕРИАЛЬНОЙ И ПОДКОЖНОЙ ЖИРОВОЙ ТКАНИ КРЫС С ОЖИРЕНИЕМ, ИНДУЦИРОВАННЫМ ВЫСОКОЖИРОВОЙ ДИЕТОЙ

*И.Ю. Якимович¹, Д.А.Бородин¹, И.К. Подрезов¹, В.В. Иванов¹,
В.Н. Васильев¹, М.Ю. Котловский², Л.В. Борисова¹*

Сибирский государственный медицинский университет, г. Томск (1)
Красноярский государственный медицинский университет
им. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск (2)

Распределение жировой ткани и ее количество (преобладание висцерального жирового депо), размер адипоцитов (гипертрофия клеток) могут являться определяющим фактором риска развития метаболических нарушений. В работе исследовано влияние аэробных и анаэробных физических нагрузок на морфометрические параметры мезентериальной и подкожной жировой ткани у крыс с ожирением, индуцированным высокожировой диетой.

Установлено, что у животных, находившихся на высокожировой диете, увеличение массы подкожной жировой ткани сопровождается преобладанием адипоцитов малых размеров, что возможно играет адаптивную роль и защищает эктопические ткани от липотоксичности.

Анаэробные физические нагрузки снижают удельную массу мезентериальной жировой ткани у животных, находившихся на стандартной диете.

При высокожировой диете анаэробные физические нагрузки в большей степени снижают удельную массу и размер адипоцитов в мезентериальной жировой ткани, в то время как аэробные в подкожной.

Ключевые слова: жировая ткань, адипоциты, высокожировая диета, физические нагрузки.

Ожирение в настоящее время является одним из распространенных хронических заболеваний и приобретает характер глобальной эпидемии. Избыточный вес и ожирение приводят не только к косметическому дефекту, но и к развитию тяжелых и социально значимых заболеваний, таких как сахарный диабет, ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь и другие [1, 2].

Выделяют два основных жировых депо: висцеральное и подкожное, при этом висцеральное депо у грызунов представлено мезентериальной, забрюшинной и эпидидимальной жировой тканью [5].

Увеличение массы жировой ткани идет двумя путями: за счет увеличения объема клеток-адипоцитов (гипертрофии) и увеличения числа адипоцитов (гиперплазии). Известно, что у людей при избыточном питании увеличение подкожной жировой ткани в ягодично-бедренной области происходит за счет увеличения числа клеток, а области передней брюшной стенки за счет увеличения размера адипоцитов [20]. У крыс, находившихся на высокожировой диете, развитие мезентериальной и эпидидимальной жировой ткани преимущественно происходит за счет гипертрофии клеток, в то время как

забрюшинной и подкожной жировой ткани за счет гиперплазии [19]. При этом размер адипоцитов определяет чувствительность к инсулину, синтез и секрецию адипокинов, в том числе провоспалительных, наиболее активно синтезируемых в клетках больших размеров [6].

На сегодняшний день поиск методов, направленных на снижение объема определенных жировых депо остается актуальным и значимым. Физические упражнения остаются одним из средств комплексной терапии ожирения [3, 15, 21]. Физическая нагрузка создает отрицательный энергетический баланс и уменьшает массу жировой ткани [18].

Тем не менее, несмотря на разнообразие методов снижения веса, остается открытым вопрос о влиянии физических нагрузок разной направленности и интенсивности на объем жировых депо, размер жировых клеток.

Цель работы изучить влияние аэробной и анаэробной физической нагрузки на морфометрические параметры мезентериальной и подкожной жировой ткани крыс с ожирением, индуцированным высокожировой диетой.

Материалы и методы

Исследования проводили на белых крысах самцах Wistar. Животные находились в стандартных условиях содержания на естественном световом режиме при свободном доступе к воде и пище (температура воздуха в виварии $20 \pm 2^\circ\text{C}$, влажность – не более 80 %).

Содержание и все манипуляции, которым подвергались животные во время карантина и исследования, соответствовали правилам лабораторной практики, утвержденным приказом министра здравоохранения и социального развития от 23 августа 2010 г. N 708н «Об утверждении правил лабораторной практики», а также с соблюдением конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей, принятой Европейским союзом в 1986 году, и директивы 86/609 ЕЭС, основанной на тексте соглашения “Dr. RobertHubrecht,

Current EU Legislation Controlling Animal Experiments”.

Животные были разделены на шесть групп по 5 в каждой: 1 группа – животные со стандартной диетой без физических нагрузок, 2 группа – животные с высокожировой диетой без физических нагрузок, 3 группа – животные со стандартной диетой и аэробной физической нагрузкой, 4 группа – животные со стандартной диетой и анаэробной физической нагрузкой, 5 группа – животные с высокожировой диетой и аэробной физической нагрузкой, 6 группа – животные с высокожировой диетой и анаэробной физической нагрузкой. Животные 1, 3 и 4 групп принимали стандартную пищу «ПроКорм» для лабораторных крыс фирмы ЗАО «БиоПро» (г. Новосибирск) и воду *ad libitum*. Животные 2, 5 и 6 групп в течение 12 недель находились на высокожировой диете (жир – 29,6%, белок – 14,8%, углеводы – 55,6%) и принимали воду *ad libitum*.

Физическая нагрузка проводилась в виде плавания. Адаптация к водной среде проходила в течение 15 дней в цилиндрической емкости с гладкой поверхностью. Диаметр емкости 60 см, глубина – 120 см, температура воды $31 \pm 1^\circ\text{C}$. Аэробный характер физической нагрузки был определен методом максимального стабильного содержания лактата (Maximal Lactate Stable State) в сыворотке крови крыс [16, 17]. Плавание с отягощением, равным 4% от массы тела крысы приводило к повышению уровня лактата в сыворотке крови крыс с последующей его стабилизацией, что свидетельствовало о преобладании процессов аэробного энергообеспечения. Данный режим тренировок определен как «аэробная нагрузка». Плавание с отягощением 8% от массы тела крысы приводило к нарастающему накоплению лактата в сыворотке крови крыс, что указывало на преобладание процессов анаэробного гликолиза, и данный режим тренировок определен как «анаэробная нагрузка».

В 3 и 5 группах проводилась аэробная тренировка через день в течение 1 часа с отягощением 4% от массы тела. В 4

и 6 группах проводилась анаэробная тренировка через день в течение 80 секунд с 8% отягощением от массы тела в три подхода с 5 минутными периодами отдыха между подходами. Продолжительность занятий составила 6 недель.

Спустя 6 недель тренировок, через 24 часа после последнего занятия животных выводили из эксперимента CO₂- асфиксией.

Методом диссекции [5] выделялась и взвешивалась на аналитических весах жировая ткань (подкожная, мезентериальная) и рассчитывалась ее удельная масса (масса жировой ткани на 100 г массы тела крысы). Для морфометрического исследования кусочки жировой ткани фиксировались в 10% нейтральном забуференном формалине (Biovitrum, Россия), обезживались в изопропиловом спирте – раствор IsoPrep (Biovitrum, Россия) и заливались в парафин (Histomix, Россия) по методике Ю.А. Криволапова [4]. На микротоме МЗП-01 (Техном, Россия) изготавливались срезы толщиной 5-7 мкм, которые затем монтировались на предметные стекла и окрашивались гематоксилином и эозином. Полученные микропрепараты просматривались в проходящем свете на микроскопе Биомед-3М (Россия) совместимом с компьютером. Изображения срезов оцифровывались для последующей оценки размеров адипоцитов. Оцифрованные фотографии с хорошо выявленными границами клеток подвергались морфометрической обработке с использованием компьютерной программы ImageJ 1.46 [8]. Для каждой группы животных определялся средний диаметр 500 жировых клеток.

Полученные результаты выражены в виде медианы (Me), верхнего и нижнего квартилей (Q1-Q3). Статистическую обработку данных проводили с использованием программного пакета SPSS 20.0. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

В результате эксперимента установлено, что высокожировая диета у крыс приводит к увеличению массы тела жи-

вотных на 25% ($p < 0,01$). При этом удельная масса подкожной жировой ткани возросла в 5,5 раза ($p < 0,01$), а мезентериальной жировой ткани в 2,1 раза ($p < 0,01$) соответственно по сравнению с группой крыс получавших стандартную диету (табл. 1).

Средний диаметр адипоцитов подкожной жировой ткани в группе животных, находившихся на высокожировой диете, был больше на 13% ($p < 0,05$), а мезентериальной жировой ткани на 63% ($p < 0,005$) по сравнению с группой крыс получавших стандартную диету (табл. 2, рис. 1, 2). В одном и том же жировом депо, жировые клетки увеличиваются в размере не синхронно и могут быть разделены на маленькие (диаметром до 50 мкм) и большие (диаметр от 50 до 100 мкм) [10]. Менее выраженное увеличение среднего размера адипоцитов подкожной жировой ткани по сравнению с мезентериальной жировой тканью, обусловлено преобладанием жировых клеток малых размеров. Согласно современным представлениям жировые клетки малых размеров выполняют защитную функцию органов и тканей от эктопического накопления жира [12, 13]. Размер адипоцитов и соотношение маленьких и больших клеток имеет важную роль, так как клетки малого размера секретируют адипонектин в большей, а воспалительные адипокины – в меньшей степени. Это способствует повышению чувствительности инсулиновых рецепторов, что может являться механизмом снижения отрицательных эффектов избытка жировой ткани [9, 15].

Таким образом, увеличение массы подкожной жировой ткани при высокожировой диете возможно обусловлено преимущественно гиперплазией, в то время как в мезентериальном жировом депо – гипертрофией жировых клеток. Гипертрофия клеток мезентериальной жировой ткани и увеличение ее массы в значительной степени определяет риск развития заболеваний сопряженных с ожирением [2, 6, 13].

Физические нагрузки у животных в течение 6 недель не приводили к существ-

венному снижению массы тела и удельной массы подкожной жировой ткани у тренированных животных в группах, находившихся на стандартной диете. В группе с анаэробной физической нагрузкой отмечалось снижение удельной массы мезентериальной жировой ткани на 22% ($p < 0,05$) по сравнению с нетренированной группой (табл. 1).

У животных, находившихся на высокожировой диете, в процессе физических тренировок отмечалось снижение массы тела на 18% ($p < 0,05$) и удельной массы подкожной и мезентериальной жировой ткани. При этом наибольшее снижение удельной массы подкожной на 70% ($p < 0,01$) и мезентериальной жировой ткани на 56% ($p < 0,05$) отмечалось при аэробной физической нагрузке по сравнению с нетренированной группой.

Несмотря на то, что висцеральная жировая ткань более чувствительна к адренергической активации, которую может стимулировать физическая нагрузка, продолжительные тренировки в аэробном режиме приводят к значительному уменьшению подкожного жирового депо [18].

В то же время при анаэробных нагрузках происходит более выраженное снижение удельной массы мезентериальной жировой ткани по сравнению с подкожной (табл. 1).

В группе животных, получавших стандартную диету, при аэробной физической нагрузке в подкожной жировой ткани отмечено снижение количества клеток малого размера, а в мезентериальной жировой ткани увеличение клеток малого размера по сравнению с нетренированной группой животных (табл. 2, рис. 1, 2).

В процессе тренировок в группе животных, находившихся на высокожировой диете, отмечено уменьшение среднего диаметра адипоцитов подкожной и мезентериальной жировой ткани по сравнению с нетренированной группой (табл. 2). Более выраженный эффект отмечен при аэробном режиме занятий в мезентериальной жировой ткани (средний диаметр адипоцитов снижался на 32% ($p < 0,05$) по сравнению с группой нетренированных

крыс находящихся на высокожировой диете). В группах плавающих животных увеличилось количество клеток малых размеров, наибольшее увеличение клеток малого размера в мезентериальной ткани отмечено при аэробном режиме тренировок (рис. 1, 2), что возможно связано с уменьшением размеров гипертрофированных клеток мезентериальной жировой ткани при высокожировой диете. Показано, что уменьшение в размере гипертрофированных адипоцитов приводит к повышению секреции адипонектина, обладающего антидиабетической, противовоспалительной и антиатерогенной активностью [7]. При анаэробных нагрузках также происходит уменьшение среднего размера адипоцитов в мезентериальной жировой ткани в то время как в подкожной не наблюдается существенного изменения среднего размера жировых клеток (табл. 2). Полученные данные свидетельствуют о том, что анаэробные физические нагрузки снижают размер адипоцитов и удельную массу мезентериальной жировой ткани, а аэробные оказывают более выраженное действие на подкожное жировое депо.

Выводы

1. У животных, находящихся на высокожировой диете, в подкожной жировой ткани преобладают адипоциты малых размеров, что возможно играет защитную роль от липотоксичности эктопических тканей.

2. У крыс, находящихся на стандартной диете аэробные физические нагрузки в большей степени снижают удельную массу мезентериальной жировой ткани.

3. Аэробные и анаэробные физические нагрузки снижают удельную массу и уменьшают размер адипоцитов мезентериальной и подкожной жировой ткани у животных, находящихся на высокожировой диете.

4. Анаэробные физические нагрузки при высокожировой диете преимущественно оказывают влияние на мезентериальную жировую ткань, в то время как аэробные – на подкожную.

Таблица 1

Влияние высокожировой диеты и физических нагрузок на массу тела и удельную массу мезентериальной и подкожной жировой ткани крыс, Me ($Q_1 - Q_3$)

Экспериментальные группы	Масса тела, г			удельная масса подкожной жировой ткани, г/100 г массы тела			удельная масса мезентериальной жировой ткани, г/100 г массы тела		
	Me ($Q_1 - Q_3$)	изменения в %	p	Me ($Q_1 - Q_3$)	изменения в %	p	Me ($Q_1 - Q_3$)	изменения в %	p
1. Стандартная диета, (n=5)	460 (440-480)			0,88 (0,85-0,91)			1,07 (1,06-1,11)		
2. Высокожировая диета, (n=5)	577 (555-610)	↑25 (2-1)	$p_{2-1} < 0,01$	4,89 (3,59-5,16)	↑455 (2-1)	$p_{2-1} < 0,01$	2,26 (2,08-2,26)	↑111 (2-1)	$p_{2-1} < 0,01$
3. Стандартная диета и аэробные нагрузки, (n=5)	439 (435-454)	↓5 (3-1)	$p_{3-1} > 0,05$	0,89 (0,75-1,45)	↓2 (3-1)	$p_{3-1} > 0,05$	0,96 (0,84-0,97)	↓11 (3-1)	$p_{3-1} > 0,05$
4. Стандартная диета и анаэробные нагрузки, (n=5)	446 (418-455)	↓3 (4-2)	$p_{4-1} > 0,05$	0,81 (0,64-0,87)	↓8 (4-1)	$p_{4-1} > 0,05$	0,83 (0,82-0,87)	↓22 (4-1)	$p_{4-1} < 0,05$
5. Высокожировая диета и аэробные нагрузки, (n=5)	472 (460-473)	↓18 (5-2)	$p_{5-2} < 0,05$	1,47 (1,39-1,61)	↓70 (5-2)	$p_{5-2} < 0,01$	0,99 (1,1-1,26)	↓56 (5-2)	$p_{5-2} < 0,05$
6. Высокожировая диета и анаэробные нагрузки, (n=5)	476 (460-492)	↓18 (6-2)	$p_{6-2} < 0,01$	3,07 (1,99-3,08)	↓27 (6-2)	$p_{6-2} < 0,01$	1,29 (1,26-1,38)	↓43 (6-2)	$p_{6-2} < 0,01$

Примечание: n – число животных в группе; p – уровень статистической значимости

Таблица 2

Влияние высокожировой диеты и физических нагрузок на средний диаметр адипоцитов подкожной и мезентериальной жировой ткани крыс, Me ($Q_1 - Q_3$)

Экспериментальные группы	Средний диаметр адипоцитов подкожной жировой ткани, мкм			Средний диаметр адипоцитов мезентериальной жировой ткани, мкм		
	Me ($Q_1 - Q_3$)	изменения в %	p	Me ($Q_1 - Q_3$)	изменения в %	p
1. Стандартная диета, (n=5)	47,8(43,1-54,3)			42(37-47)		
2. Высокожировая диета, (n=5)	54,1(48,3-61,4)	↑13 (2-1)	$p_{2-1} < 0,05$	68,7(60,7-78)	↑63 (2-1)	$p_{2-1} < 0,005$
3. Стандартная диета и аэробные нагрузки, (n=5)	50,1(45-56,7)	↑4 (3-1)		39,1(34,7-43)	↓7 (3-1)	
4. Стандартная диета и анаэробные нагрузки, (n=5)	48(44,1-52,3)			42,7(38,2-47,8)		
5. Высокожировая диета и аэробные нагрузки, (n=5)	48,4(43,8-54,3)	↓11 (5-2)	$p_{5-2} < 0,05$	47,1(42,8-52)	↓32 (5-2)	$p_{5-2} < 0,005$
6. Высокожировая диета и анаэробные нагрузки, (n=5)	52,7(47,7-58,2)	↓3 (6-2)		55,5(50,2-61,8)	↓19 (6-2)	$p_{6-2} < 0,01$

Примечание: n – число животных в группе; p – уровень статистической значимости

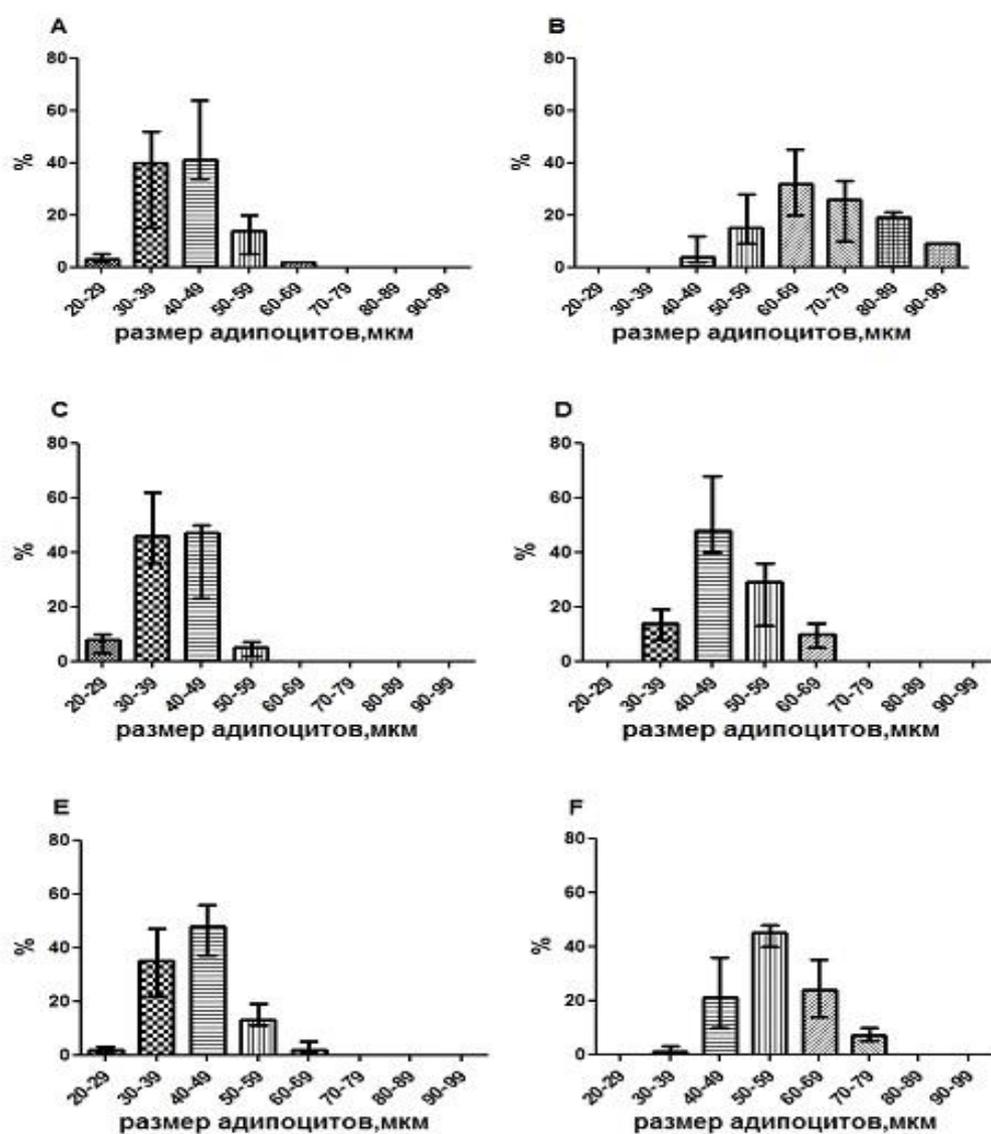


Рис. 1. Влияние высокожировой диеты и физических нагрузок на распределение по размеру адипоцитов мезентериальной жировой ткани крыс; А – стандартная диета, (n=5); В – высокожировая диета, (n=5); С – стандартная диета и аэробные нагрузки, (n=5); D – высокожировая диета и аэробные нагрузки, (n=5); Е – стандартная диета и анаэробные нагрузки, (n=5); F – высокожировая диета и анаэробные нагрузки, (n=5)

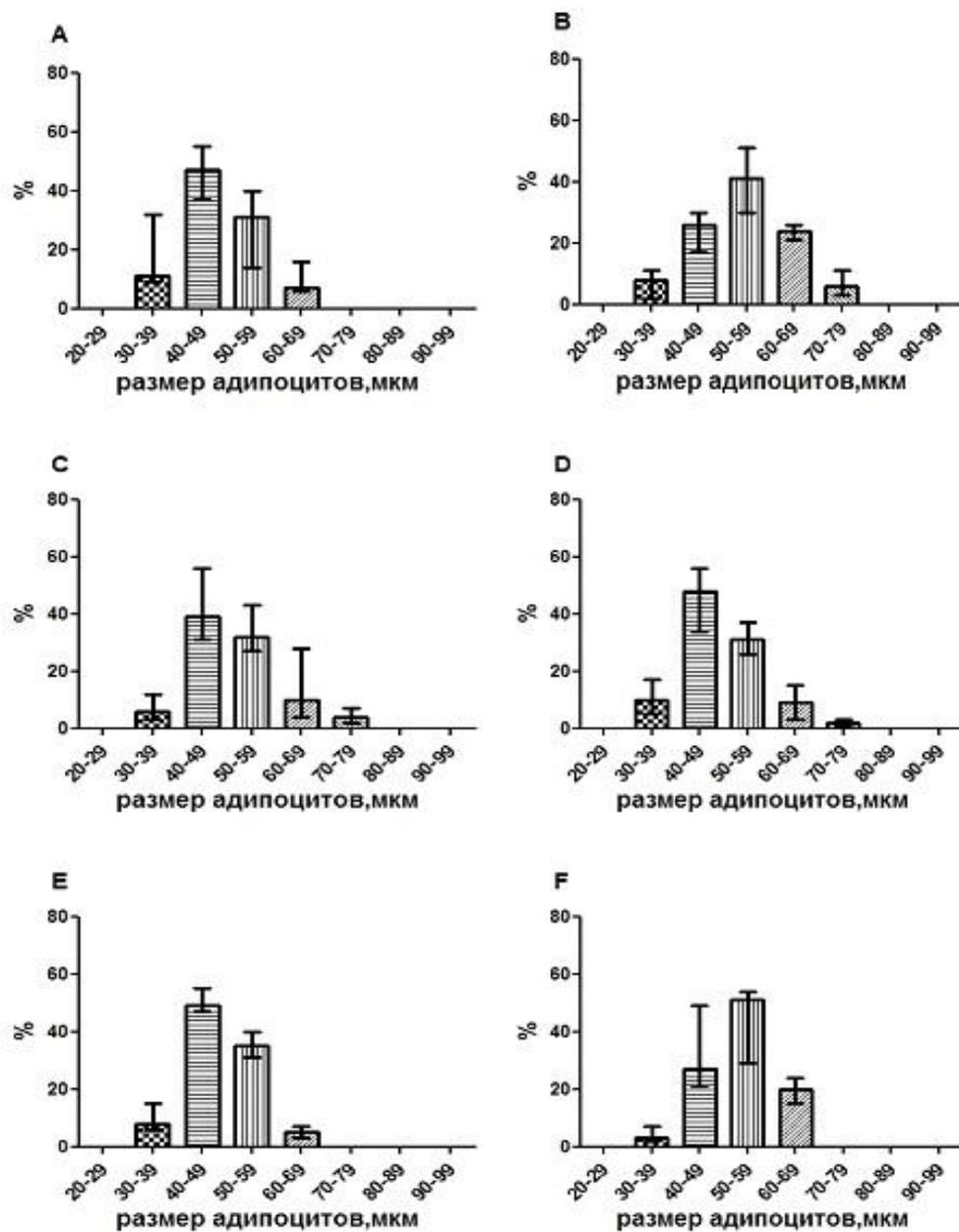


Рис. 2. Влияние высокожировой диеты и физических нагрузок на распределение по размеру адипоцитов подкожной жировой ткани крыс; А – стандартная диета, (n=5); В – высокожировая диета, (n=5); С – стандартная диета и аэробные нагрузки, (n=5); D – высокожировая диета и аэробные нагрузки, (n=5); Е – стандартная диета и анаэробные нагрузки, (n=5); F – высокожировая диета и анаэробные нагрузки, (n=5)

Литература

1. Абдоминальное ожирение: клинико-социальные аспекты проблемы / В.Б. Гриневич [и др.] // Ожирение и метаболизм. – 2012. – №2. – С. 28-32.
2. Бутрова А.С. Висцеральное ожирение – ключевое звено метаболического синдрома / А.С. Бутрова, Ф.Х. Дзгоева // Ожирение и метаболизм. – 2004. – №1. – С. 10-16.
3. Корнеева О.Н. Регуляция чувствительности к инсулину: диета и физическая нагрузка / О.Н. Корнеева // Российские медицинские вести. – 2007. – Т. 2. – С. 36-44.
4. Криволапов Ю.А. Морфологическая диагностика лимфом / Ю.А. Криволапов, Е.Е. Леенман. – СПб.: Издательско-полиграфическая компания «КОСТА», 2006. – 208 с.
5. Методический подход к изучению ожирения в эксперименте / А.А. Никоноров [и др.]. – Оренбург: ОАО "ИПК "Южный Урал", 2013. – 240 с.
6. Ожирение: молекулярные механизмы и оптимизация таргетной терапии / М.А. Пальцев [и др.] // Молекулярная медицина. – 2013. – № 2. – С. 3-12.
7. Basal lipolysis, not the degree of insulin resistance, differentiates large from small isolated adipocytes in high-fat fed mice / S. Wueest [et al.] // Diabetologia. – 2009. – Vol. 52, №3. – P. 541-546.
8. Collins T.J. // Image J for microscopy / T.J. Collins // Biotechniques. – 2007. – Vol. 43, №1 (Suppl.). – P. 25-30.
9. Dynamics of fat cell turnover in humans / K.L. Spalding [et al.] // Nature. – 2008. – Vol. 453, №7196. – P. 783-787.
10. Müller Günter. Take-over: multiple mechanisms of inter-adipocyte communication / Günter Müller // Journal of Molecular Cell Biology. – 2011. – Vol. 3, №2. – P. 81-90.
11. Heterogeneity among white adipose tissue depots in male C57BL/6J Mice / Lucila Sackmann-Sala [et al.] // Obesity. – 2010. – Vol. 20, №1. – P. 101-111.
12. High local concentrations and effects on differentiation implicate interleukin-6 as a paracrine regulator / V.R. Sopasakis [et al.] // Obesity reviews. – 2004. – Vol. 12, №3. – P. 454-460.
13. Ibrahim M.M. Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences / M.M. Ibrahim // Obesity reviews. – 2010. – Vol. 11, №1. – P. 11-18.
14. Lundgren M. No in vitro effects of fatty acids on glucose uptake, lipolysis or insulin signaling in rat adipocytes / M. Lundgren, J.W. Eriksson // Horm Metab Res. – 2004. – Vol. 36, №4. – P. 203-209.
15. Margos F. Exercise and sensitivity – where do we stand? You'd better run! / F. Margos, Labros S. Sidossis // US Endocrinology. – 2008. – Vol. 4, №1. – P. 23-26.
16. Maximal lactate steady state in rats submitted to swimming exercise / C.A. Gobatto [et al.] // Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol. – 2001. – Vol. 130, №1. – P. 21-27.
17. Maximal lactate steady state in obese rats of both genders / G.G. Araujo [et al.] // Brazilian Journal of Sports Medicine. – 2009. – Vol. 15, №1. – P. 46-49.
18. Physical activity and exercise in the regulation of human adipose tissue physiology / Dylan Thompson [et al.] // Physiological Reviews. – 2012. – Vol. 92. – P. 157-191.
19. Qualitative regional differences in adipose tissue growth and cellularity in male Wistar rats fed ad libitum / M. DiGirolamo [et al.] // Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol. – 1998. – Vol. 274. – P. 1460-1467.
20. Regional differences in cellular mechanism of adipose tissue gain with overfeeding / Y.D. Tchoukalova [et al.] // Proc Natl Acad Sci U S A. – 2010. – Vol. 107, №42. – P. 18226-18231.
21. Tchémof André. Pathophysiology of human visceral obesity: an update / André Tchémof, Jean-Pierre Després // Physiol. Rev. – 2013. – Vol. 93, №1. – P. 359-404.

**INFLUENCE OF PHYSICAL ACTIVITIES ON MORPHOMETRIC PARAMETERS
OF THE MESENTERIC AND SUBCUTANEOUS TISSUE OF RATS WITH OBESITY,
HIGH-FAT DIET INDUCED**

*I.Yu. Yakimovich, D.A. Borodin, I.K. Podrezov, V.V. Ivanov, V.N. Vasilyev,
M.Yu. Kotlovsky, L.V. Borisova*

White adipose tissue (WAT) distribution (visceral fat predomination) and amount (adipose cell hypertrophy) may be a crucial risk factor of metabolic disorders. Present study shows effects of aerobic and anaerobic exercises on morphometric characteristics of mesenteric and subcutaneous WAT in hi-fat diet induced obese rats.

The study found that animals, received hi-fat diet, demonstrate prevalence of small-size adipocytes. Probably it protects ectopic tissues from lipotoxic effects.

Anaerobic physical exercises reduce amount of mesenteric WAT in normal rats received standard chow.

Applied with hi-fat diet, anaerobic physical exercises reduce amount and size of fat cells in mesenteric WAT, but aerobic physical exercises reduce the same characteristics in subcutaneous WAT.

Keywords: *adipose tissue, adipocytes, high-fat diet, exercise.*

Якимович И.Ю. – к.м.н., доц. кафедры физической культуры и здоровья ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России.
634050, г. Томск, Московский тракт, 2.
E-mail: iness2501@yandex.ru

Бородин Д.А. – ст. преп. кафедры физической культуры и здоровья ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России.
634050, г. Томск, Московский тракт, 2.
E-mail: bda1911@yandex.ru

Подрезов И.К. – ст. преп. кафедры физической культуры и здоровья ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России.
634050, г. Томск, Московский тракт, 2.
E-mail: ksaru@yandex.ru

Иванов В.В. – к.б.н., доц. кафедры биохимии и молекулярной биологии ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России.
634050, г. Томск, Московский тракт, 2.
E-mail: ivanovvv1953@gmail.com

Васильев В.Н. – д.б.н., проф., зав. кафедрой физической культуры и здоровья ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России.
634050, г. Томск, Московский тракт, 2.
E-mail: vas11@yandex.ru

Котловский М.Ю. – к.м.н., зам. зав. по науке ЦНИИЛ ГБОУ ВПО КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого Минздрава России.
660022, г. Красноярск, улица Партизана Железняка, 1.
E-mail: Misha11443@rambler.ru

Борисова Л.В. – студентка 4 курса медико-биологического факультета ГБОУ ВПО СибГМУ Минздрава России.
634050, г. Томск, Московский тракт, 2.
E-mail: LuciBor@yandex.ru